E/CONF.39/A/195
29 Oct.1962
ORIGINAL : ESPAÑOL

CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE LA APLICACION DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA
EN BENEFICIO DE LAS REGIONES MENOS DESARROLLADAS

Punto del programa : A.5.2.1

España

CONSIDERACIONES SOBRE LOS METODOS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PROSPECCION DE MINERALES RADIACTIVOS EN ESPAÑA

Por Manuel ALIA,
Catedrático de Universidad,
Jefe del Servicio de Investigación Geológica
de la Junta de Energía Nuclear,
Madrid, España

Las monografías presentadas en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología en Beneficio de las Regiones Menos Desarrolladas constituyen documentos de trabajo de dicha Conferencia. Se publican tal como han sido presentadadas por los colaboradores y los puntos de vista expresados en ellos corresponden a los colaboradores. (Veánse notas al dorso.)

NOTAS

1. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Generales serán distribuidas en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

2. Las monografías seleccionadas para las Sesiones Especiales serán distribuidas en la Conferencia únicamente en uno de los idiomas oficiales antes indicados.

3. Los resúmenes de las monografías presentadas por los colaboradores serán distribuidos en la Conferencia en los siguientes idiomas oficiales de las Naciones Unidas: español, francés, inglés y ruso.

4. No se procederá a la distribución general de las monografías y resúmenes con antelación a la Conferencia. Unicamente serán publicadas en cantidades limitadas con antelación a la Conferencia para uso exclusivo de las delegaciones de los gobiernos participantes y de otros participantes autorizados. La publicación con posterioridad a la Conferencia y la distribución general de las actas y debates de la Conferencia seguirán las prácticas de las Naciones Unidas establecidas por la Junta de Publicaciones de las Naciones Unidas.

CONSIDERACIONES SOBRE LOS METODOS Y RESULTADOS OBTENIDOS EN LA PROSPECCION DE MINERALES RADIACTIVOS EN ESPAÑA

por Manuel Alía.- Catedrático de Universidad. Jefe del Servicio de Investigación Geológica de la Junta de Energía Nuclear. Madrid. España.

1.- Los yacimientos de minerales radiactivos con interés económico, hasta ahora localizados en España, corresponden principalmente a formas filonianas intragraníticas, a impregnaciones en pizarras próximas a los granitos, o a formaciones de metasomatismo entre granito-caliças. Los materiales en que arman dichas mineralizaciones son de edad paleozoica, afectados por la orogenia hercínica. Por el contrario, no se han encontrado verdaderos yacimientos de tipo sedimentario, pues las mineralizaciones radiactivas que se localizaron en sedimentos más modernos y que pueden referirse a este tipo son, en general, muy reducidas y otras no son por ahora económicamente beneficiables (caso de las mineralizaciones en el Ordoviciense de Despeñaperros). Esta especial tipología de los yacimientos radiactivos de interés, con mineralizaciones limitadas y normalmente de poca extensión superficial, obliga a utilizar mallas apretadas de prospección y no permite el empleo de los métodos de reconocimiento de gran radio, si no es para los primeros trabajos de orientación.

2.- A esta dificultad de la prospección de los radiactivos en España se añaden otros inconvenientes, derivados de la complejidad geológica y estructural, la accidentación topográfica y las condiciones climáticas de muchas regiones.

3.- La mayor extensión del territorio español está constituida por un complejo mosaico de terrenos de diversas edades y naturaleza geológica que, por lo general, han sido intensamente afectados por el diastrofismo cortical. En estas circunstancias, es difícil establecer normas geológicas generales que puedan hacerse válidas para la prospección de amplias zonas. Unicamente las extensas cuencas interiores, con rellenos de sedimentos del Terciario, presentan una constitución geológica más sencilla y homogénea pero, en tales sedimentos, las posibilidades de existencias de radiactivos son escasas.

4.- La accidentación topográfica es tambien un factor que debe tenerse muy en cuenta. Gran parte del territorio español corresponde a terreno montuoso y a veces, a montañas y cordilleras, cuyas cimas más destacadas llegan a elevarse por encima de los 3.000 m. de altitud. En consecuencia y en especial en las zonas de mayor relieve, las vías de penetración son lógicamente más limitadas y ello contribuye, junto con su misma accidentación, a hacer más difícil la prospección en tales lugares. Las superficies de llanuras se desarrollan principalmente en las formaciones sedimentarias prácticamente estériles del Terciario, acabadas de mencionar y

tambien, como penillanuras de arrasamiento, en algunas áreas constituídas por materiales más antiguos. En estas últimas, es frecuente que la red hidrográfica actual se encuentre muy encajada, lo cual motiva un mayor descenso del nivel freático de las aguas profundas marginales, las cuales, ya de por si, se presentan rebajadas, como consecuencia de las condiciones de semiaridez climática de muchas regiones. Estas circunstancias que tambien se producen en áreas montuosas, pueden motivar la destrucción parcial o - total de las mineralizaciones radiactivas existentes, especialmente de las secundarias de alteración, por lixiviación ocasionada por el drenaje profundo marginal. Por este proceso, a veces quedan mineralizaciones "colgadas" (1), las cuales son difíciles de interpretar por lo que se refiere a su significado y posible continuación en profundidad.

5.- En la mayor extensión del territorio español, con excepción de las zonas montañosas, especialmente las septentrionales, la media pluviométrica anual es escasa y los veranos son particularmente secos y con elevadas temperaturas. Estas circunstancias climáticas son favorables por lo que a los reconocimientos geológicos se refiere, por tanto que impiden, en general, el desarrollo de cubiertas vegetales tupidas. Pero, al mismo tiempo, constituyen un inconveniente para la prospección de radiactivos - ya que dichas condiciones de semiaridez motivan el rebajamiento del nivel freático de las aguas profundas y, por consiguiente, el desarrollo de -- amplias zonas de alteración. En estas zonas, los minerales secundarios de uranio, fácilmente lixiviables, pueden ser removilizados y dispersados -- por los variados procesos que en ellas concurren, con lo cual pueden originarse localmente concentraciones radiactivas derivadas, y tambien, pueden producirse modificaciones importantes en las zonas de alteración de - los yacimientos originales, en las que a veces se forman así niveles estériles intercalados. Todo ello puede conducir a la incertidumbre en la valoración y significado de los hallazgos hechos en la superficie y a la necesidad, muchas veces, de investigaciones complementarias mediante trabajos de profundidad.

6.- Teniendo presente estos diversos factores, el Servicio de - Investigación Geológica de la Junta de Energía Nuclear española, ha aplicado los diferentes métodos usuales de la prospección, adaptándolos en cada caso a las diversas circunstancias concurrentes. Estos métodos utilizados son los que se indican a continuación.

a) Métodos de prospección.

i) Investigación y cartografía geológica.

7.- Todos los métodos de prospección empleados se complementan con trabajos de investigación y cartografía geológica, de distintos grados y escalas, según los diversos objetivos y problemas planteados. En -- síntesis, estos trabajos pueden referirse a dos grandes grupos: los de carácter regional y los de detalle. Los primeros se realizan como fase previa orientadora, para seleccionar, dentro de cada región, las áreas que - por sus características geológico-estructurales, pueden considerarse como más favorables para la existencia de radiactivos. Se efectúan sobre la base del estudio previo de los antecedentes geológicos y mineros existentes, seguidos por reconocimientos en el terreno que realizan geólogos experi--

- - - - - - - - - - -

(1) ALIA, M.- "Relaciones entre mineralizaciones uraníferas en España y la evolución morfológica".- XXI Congreso Geológico Internacional, Sección 15, pp. 67-72.- Copenhague (1.960)

mentados y, a ser posible, conocedores del ambiente geológico regional. En este primer grupo pueden incluirse tambien, los estudios de síntesis que se hacen al final, o cuando ya está en fase avanzada de prospección e investigación de detalle de una región. Con estos estudios se pretende coordinar los resultados obtenidos para, intentar establecer las relaciones existentes entre las unidades geológicas y las mineralizaciones radiactivas y así poder fijar normas que puedan ser utilizadas en otras regiones de análogas características, o para complementar y detallar la prospección en la misma región de la que se obtuvieron. En este sentido se tiende actualmente a intensificar los estudios genético-estructurales, con objeto de fijar la zonalidad del complejo orógeno herciniano español y de las metalizaciones correspondientes. (2).

8.- Los estudios de detalle comprenden tambien diversas escalas de trabajo y cartografía geológica. Para la prospección por zonas, se utiliza más frecuentemente la escala 1/50.000, con levantamiento de planos geológico-tectónicos más o menos completos, según las necesidades y la cartografía geológica que exista anteriormente. En las áreas de mayor interés se hacen levantamientos geológicos a escala 1/10.000 y 1/5.000, utilizando para ello ampliaciones de fotografías aéreas. En los trabajos de mayor detalle, correspondientes a los diversos de investigación en afloramientos radiactivos localizados, se acude a levantamientos en escala hasta 1/500. En todos los casos constituye una valiosa ayuda la fotogeología.

ii) Fotogeología.

9.- En fotogeología se trabaja ordinariamente sobre fotografías aéreas con visión estereoscópica y en blanco y negro, a escala aproximada 1/40.000. Para algunos estudios de mayor detalle, se utilizan fotografías a escala aproximada 1/30.000. En el paso de los datos obtenidos en los "strips" a los planos topográficos 1/50.000, no se hace la rectificación ("redressement"), por considerar que el coste de este procedimiento y el tiempo que se invierte en su aplicación, no están justificados con el grado de precisión que se requiere. En su lugar, se sigue el siguiente método: en los "strips" y al mismo tiempo que el fotogeólogo señala los datos geológicos y estructurales, marca tambien los principales accidentes geográficos, principalmente rios y arroyos, para que puedan servir después de referencia en el plano topográfico. Un dibujante especializado, con la ayuda de esta red de referencia geográfica, pasa finalmente y a mano alzada, la información geológica obtenida sobre el plano 1/50.000. La exactitud que se consigue con esta simplificación del método, es suficiente para los trabajos que se han de realizar, sobre todo si se tiene en cuenta, que los geólogos de campo han de comprobar y complementar después la información fotogeológica sobre el terreno.

10.- La ausencia de cubiertas vegetales compacta, facilita la aplicación del método fotogeológico, por el cual se vienen obteniendo buenos resultados. Por la preferente localización de las mineralizaciones radiactivas en los terrenos paleozoicos y por el fuerte diastrofismo que generalmente ha afectado a estos materiales, las interpretaciones presentan con frecuencia dificultades pero, en todos los casos, se consigue una buena información geológica previa, en especial por lo que a alineaciones tectónicas y conjuntos estructurales se refiere.

- - - - - - - - - - -

(2) ALIA, M.- "Relaciones genético-estructurales de algunos tipos de mineralizaciones uraníferas españolas".- Junta de Energía Nuclear. 101-SIG/I 1 pp. 15 - Madrid (1.962)

iii) Prospección radiométrica.

11.- La prospección radiométrica aérea no ha sido utilizada, -- pues se ha considerado que, por la limitada extensión superficial que en - general presentan los yacimientos radiactivos hasta ahora conocidos y por la misma accidentación topográfica de muchas regiones, los resultados que se obtuvieran no compensarían el coste de este tipo de prospección, sobre todo si se tiene en cuenta, los trabajos de verificación y relleno radiométrico que después sería necesario realizar sobre el terreno.

12.- Se efectúa la prospección autoportada, con la que se localizaron ya algunas mineralizaciones radiactivas. Sin embargo, este tipo de - prospección es poco adecuada para muchas áreas, pues por la accidentación topográfica y en consecuencia, la escasez de vías de penetración, las mallas de reconocimiento que pueden conseguirse son excesivamente amplias. En estos casos, no puede concederse demasiado valor a los resultados, cuando éstos son negativos y solo los circunstanciales positivos pueden servir de puntos de partida para los ulteriores trabajos. En lugar de automóviles se utilizan a veces motocicletas, por la mayor movilidad que éstas tienen.

13.- La prospección radiométrica pie a tierra, se efectúa con - escintilómetros y siguiendo la sistemática usual, desde los simples itinerarios de reconocimiento hasta las mallas de prospección más densas, cuando éstas se hacen precisas. En los terrenos de pizarras, donde las anomalías radiométricas positivas, por la absorción y dispersión que se produce en - este tipo de materiales, son menos acusadas que, por ejemplo, en las áreas graníticas, se fija más bajo el "umbral de posible interés" en las mediciones radiométricas y se opera con escintilómetros de mayor sensibilidad posible. Los levantamientos de planos radiométricos se efectúan cuando los - afloramientos no están bien definidos en superficie, pero se prescinde de ellos o se simplifican, cuando las estructuras mineralizadas están bien definidas.

iiii) Prospección Geoquímica.

14.- Las características topográficas y climáticas dificultan - la aplicación de los métodos geoquímicos clásicos en muchas zonas. Los materiales recogidos para la prospección geoquímica, que dirige F. de Pedro, han sido aguas, aluviones, suelos, rocas y plantas. Los más demostrativos parecen ser las aguas, al considerar en ellas la relación existente entre el contenido de uranio disuelto y la conductividad total, pero está limitado su empleo por razones climatológicas, que obligan a hacer las tomas - durante el otoño, en mallas no siempre completas, las cuales se complementan, en lo posible, con la de las aguas de los pozos existentes.

15.- Los aluviones son de utilización más fácil por su persistencia y por la posibilidad de que su fase más arcillosa, represente la media de la cuenca a la que pertenece. En la prospección general de terrenos - accidentados, la toma de aluviones a lo largo de los valles puede hacerse con relativa facilidad. Se determinan en estos aluviones los contenidos de una serie de elementos de comportamiento bien conocido (Be, Co, Cu, Mn, - Mo, Nb, Ni, Pb, U, Zn y Zr), para definir las condiciones geoquímicas reinantes y después se valora comparativamente el contenido de uranio, con - el que debiera haber en el caso de dispersión de un yacimiento. Se supera así la interpretación que pudiera obtenerse de la única consideración - de los valores altos en uranio.

16.- En la fase de prospección regional, se recoge la mayor cantidad posible de muestras de aguas y en los aluviones solamente se analiza el uranio.

17.- La prospección, detallada, en los alrededores de puntos conocidos e interesantes, se hace con malla de 10 x 10 m. analizándose el uranio en muestras de suelos. Cuando el detalle de la prospección lo requiere, se toman muestras tridimensionales, tanto de suelos como de rocas, para así poder levantar planos superponibles, correspondientes a distintos niveles, al objeto de establecer la forma y posición en profundidad de las anomalías. En estos trabajos, la mayor dificultad se encuentra generalmente al tratar de hacer los pequeños sondeos con barrenas de mano, por la compactación y sequedad del terreno y por ello que, en bastantes ocasiones, se tenga que recurrir al empleo de pequeños martillos neumáticos de perforación.

18.- No se ha encontrado ninguna planta indicadora de las mineralizaciones uraníferas, pero se han desarrollado las técnicas de determinación en algunas que son acumulativas de este elemento. De las múltiples plantas ensayadas, la que ha dado mejores resultados ha sido la encina (Quercus ilex.) árbol que está ampliamente repartido en muchas regiones españolas y que además, presenta las ventajas de tener hojas perennes y situadas a relativamente poca altura del suelo. En las cenizas de sus hojas, cuando están en terrenos graníticos, la media del contenido en uranio es de 3 ppm., pudiendo elevarse hasta más de 100 ppm. cuando están sobre filón mineralizado. En los terrenos pizarrosos la media baja a 1 ppm. y sobre las mineralizaciones llega a 20 ppm.

19.- La preferencia que el uranio tiene para concentrarse en las lipoproteinas de las aceitunas, según demostraron J.M. Martínez Moreno y all. (3), ha permitido, por nuestra parte, la iniciación de un nuevo método de prospección geoquímica, basado en el análisis del contenido de uranio en los frutos del olivo, árbol muy abundante en gran parte del territorio español.

20.- La interpretación de los resultados obtenidos en los diferentes métodos geoquímicos acabados de indicar, se hace por estadística semicuantitativa, empleando fichas perforadas, para así facilitar el manejo y comparación de los miles de datos analíticos y de observación sobre el terreno.

iiiii) Prospección geofísica.

21.- En España solamente se han utilizado hasta ahora los métodos eléctricos, preferentemente el de resistividades. La aplicación de este método se ha hecho fundamentalmente en terrenos graníticos, para la determinación de estructuras de detalle, una vez que han sido localizadas las mineralizaciones radiactivas en superficie. El especialista en estos métodos geofísicos, F. Zuriaga, utiliza el dispositivo simétrico del cuadrípolo Schlumberger, obteniendo muy buenos resultados con distancias de 65 m. para los electrodos AB y de 5 m. para los MN. En las estructuras de potencia reducida, ha sido necesario aplicar los cuadrípolos AB = 45 m., MN = 3 m. y AB = 22, MN = 2 m. La tensión aplicada generalmente a los electrodos AB durante la mayor parte del año es la de 600 V. En

- - - - - - - - - - -

(3) MARTINEZ MORENO J.M., BERMUDEZ CAÑACHO E., GOMEZ HERRERA C., JANER DEL VALLE C. - "Prospección de uranio mediante el análisis de las aguas residuales de las almazaras".- Rev. Energía Nuclear. Año VI, nº 22. Madrid (1.962)

la época estival se encuentran grandes dificultades, por ser entonces muy elevada la resistencia de contacto de los electrodos con tierra. Aunque se ha tratado de superar este inconveniente, regando con agua saturada de sal común y colocando más de un electrodo, prácticamente se ha desistido de la utilización del método durante dicha época del año. Con este método se han obtenido muy buenos resultados en los terrenos graníticos y se han podido así cartografiar estructuras de detalle, relacionadas con las mineralizaciones, sobre planos E=1/1.000. En los terrenos pizarrosos todavía se ha hecho poca labor pero, en lo hasta ahora realizado, se han encontrado mayores dificultades y menos contrates que en los graníticos.

22.- El método de resistividades llamado "Método de los rectángulos" que, como norma general, se utiliza en los terrenos con recubrimiento o con capas superficiales muy conductoras, no ha tenido gran aplicación en España, por la falta o escasez de recubrimientos que en general presentan los terrenos graníticos.

b) Coordinación de los métodos de prospección y resultados.

23.- Como es normal, en la aplicación y coordinación de los diferentes métodos de prospección acabados de mencionar, se sigue la sistemática de las aproximaciones sucesivas y así se empieza con las fases más generales y se termina con las de mayor detalle. En síntesis, las fases y métodos que se siguen para la prospección sistemática de radiactivos, son las siguientes:

i) Prospección General.

24.- Estudio previo de antecedentes y reconocimientos geológicos. P. autoportada. P. geoquímica general.

ii) Prospección Regional.

25.- Sobre planos E=1/50.000. Fotogeología. Reconocimientos geológicos para establecer las mallas de prospección. P. radiométrica pie a tierra. P. geoquímica regional.

iii) Prospección Detallada.

26.- Levantamiento de planos geológico-estructurales de detalle. Planos radiométricos y calicatas. P. geoquímica detallada. P. geofísica. Sondeos.

27.- La aplicación de este plan de trabajos no se hace de una manera rígida y mecánica sino que, por el contrario, en cada caso se hace un estudio descriminativo de las diferentes circunstancias concurrentes. De estos estudios se deduce, frecuentemente, la posibilidad de suprimir fases de prospección intermedias, o de aplicar simultáneamente varios métodos, con lo cual se obtiene una mayor economía en los costes, sin detrimento de la exactitud en los trabajos.

28.- Los resultados obtenidos hasta ahora con al aplicación de estas normas de prospección, pueden considerarse como satisfactorios y alentadores puesto que de su aplicación, se han localizado, no solo mineralizaciones radiactivas de interés económico, sino también mineralizaciones que, por lo reducido de sus manifestaciones en superficie, nos dicen del rigor de los métodos empleados para su localización.

1015 S - Nov.1962 - 600